

Aula 7

Codificadores e Decodificadores

SEL 0414 - Sistemas Digitais

Prof. Dr. Marcelo Andrade da Costa Vieira

CÓDIGOS:

- Conjunto organizado de sinais em que a informação é transformada para efetivar o processo de comunicação;
- Números, letras ou palavras representadas por um grupo especial de símbolos (dígitos binários);
- Ex. Código BCD, GRAY, ASCII, ...



1. CÓDIGO GRAY

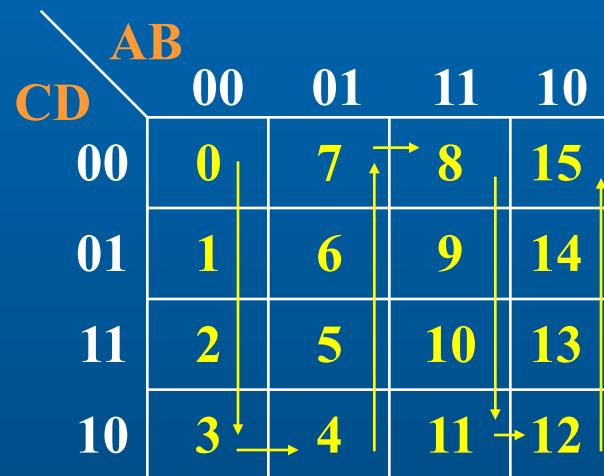
- Apenas um bit varia entre dois decimais consecutivos;
- Representa 16 dígitos;
- Utilizado para codificação de símbolos em modems.

Decimal	Binário	Gray
0	0000	0000
1	0001	0001
2	0010	0011
3	0011	0010
4	0100	0110
5	0101	0111
6	0110	0101
7	0111	0100
8	1000	1100
9	1001	1101
10	1010	1111
11	1011	1110
12	1100	1010
13	1101	1011
14	1110	1001
15	1111	1000

1. CÓDIGO GRAY

(Variação de apenas 1 bit entre cada algarismo)

Decimal	Gray
0	0000
1	0001
2	0011
3	0010
4	0110
5	0111
6	0101
7	0100
8	1100
9	1101
10	1111
11	1110
12	1010
13	1011
14	1001
15	1000



2. CÓDIGO 2 entre 5

- (2 bits “1” em 5 bits) → usado em telefonia
- Códigos de 5 bits facilitam:
 - *decodificação em alguns casos;*
 - *detecção de erros (BIT DE PARIDADE)*

Decimal	Código 2 entre 5
0	00011
1	00101
2	00110
3	01001
4	01010
5	01100
6	10001
7	10010
8	10100
9	11000

Primeiros códigos alfa numéricos

A.5.1 Código de 6 bits

Os primeiros códigos utilizados foram os de 6 bits, que permitiam a representação de $2^6 = 64$ caracteres (Figura 1), que correspondem a:

26 letras maiúsculas.

10 algarismos (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9).

28 caracteres chamados especiais, incluindo SP (caractere em espaço em branco).

<i>Bits</i>	<i>543</i>	<i>000</i>	<i>001</i>	<i>010</i>	<i>011</i>	<i>100</i>	<i>101</i>	<i>110</i>	<i>111</i>
<i>210</i>									
000	@	C	K	S)	*	0	8	
001	[D	L	T	-	(1	9	
010]	E	M	U	+	%	2	'	
011	#	F	N	V	<	:	3	;	
100	^	G	O	W	=	?	4	/	
101	SP	H	P	X	>	!	5	.	
110	A	I	Q	Y	&	'	6	"	
111	B	J	R	Z	\$	\	7	-	

3. CÓDIGO ASCII

- (“American Standard Code for Information Interchange”)
 - possui 7 bits (128 caracteres)
 - versão estendida de 8 bits (256 caracteres)
 - mundialmente utilizado para troca de informações entre equipamentos de comunicação
- Código Alfa-numérico:
 - algarismos;
 - caracteres alfabéticos;
 - caracteres especiais (%,, ?, &, #...);
 - caracteres de controle (<RETURN>...)
- Código de 7 bits: $X_6X_5X_4X_3X_2X_1X_0$ ($X = 0$ ou 1)*

* Letra **A** → 100 0001; Letra **B** → 100 0010; Letra **a** → 110 0001; Numeral **1** → 011 0001...

CÓDIGO ASCII

Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char
0	00	Null	32	20	Space	64	40	Ø	96	60	`
1	01	Start of heading	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	Start of text	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	End of text	35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	End of transmit	36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	05	Enquiry	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	Acknowledge	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	Audible bell	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	Backspace	40	28	(72	48	H	104	68	h
9	09	Horizontal tab	41	29)	73	49	I	105	69	i
10	0A	Line feed	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	0B	Vertical tab	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	0C	Form feed	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	0D	Carriage return	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	0E	Shift out	46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	0F	Shift in	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	Data link escape	48	30	Ø	80	50	P	112	70	p
17	11	Device control 1	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	Device control 2	50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	Device control 3	51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	Device control 4	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	Neg. acknowledge	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	Synchronous idle	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	End trans. block	55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	Cancel	56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	End of medium	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	Substitution	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	Escape	59	3B	:	91	5B	[123	7B	{
28	1C	File separator	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	
29	1D	Group separator	61	3D	=	93	5D]	125	7D	}
30	1E	Record separator	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	Unit separator	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	□

CÓDIGO ASCII “estendido”

Conversão de Binário para ASCII

- Exemplo ⇒ 1001000 1000101 1001100 1010000

1001000 1000101 1001100 1010000

↓ ↓ ↓ ↓

H E L P

- Resposta ⇒ HELP

DECODIFICADORES x CODIFICADORES

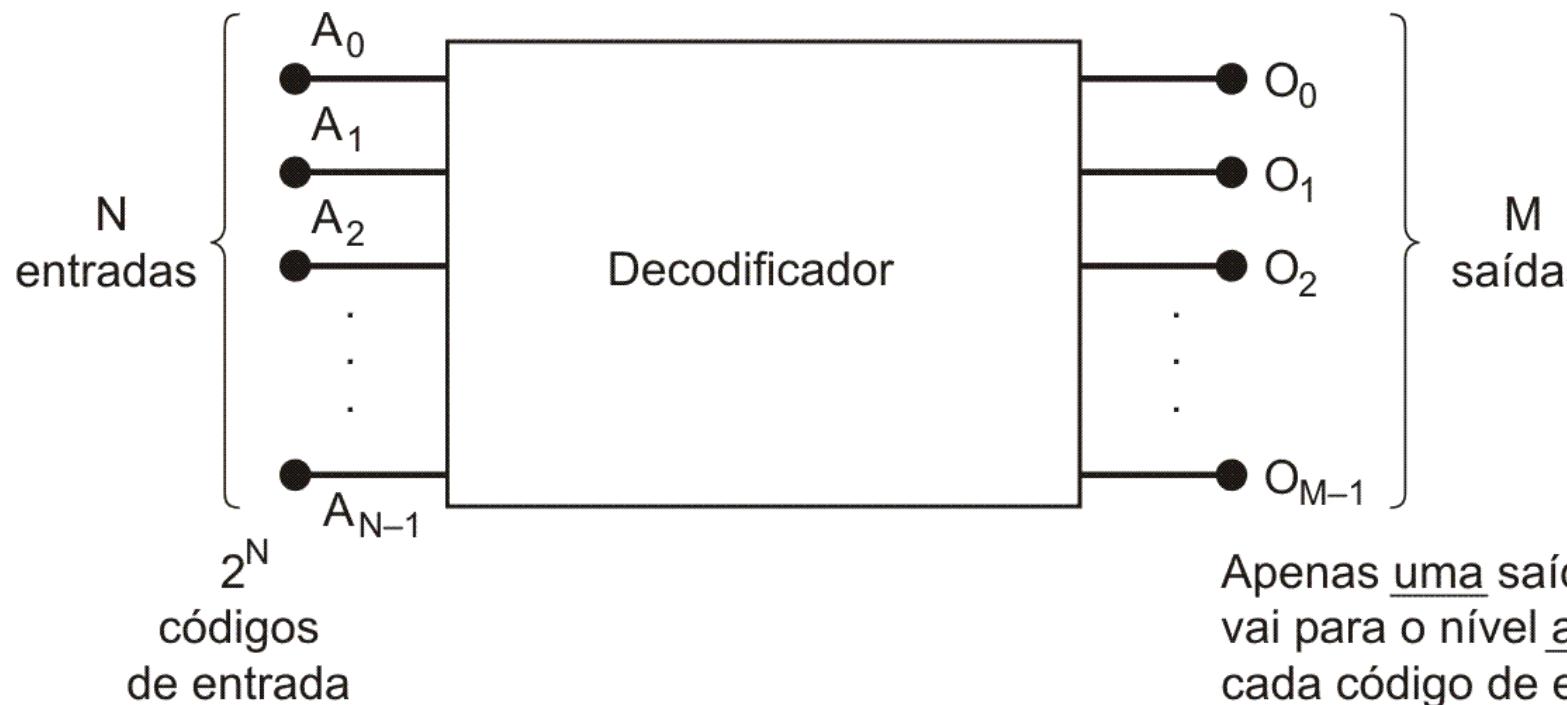
- **Decodificador:**

- Circuito digital que faz a conversão de um código binário para um outro código ou um número qualquer ;
- Geralmente recebe um código binário na entrada e ativa apenas 1 saída, correspondente ao número decodificado;

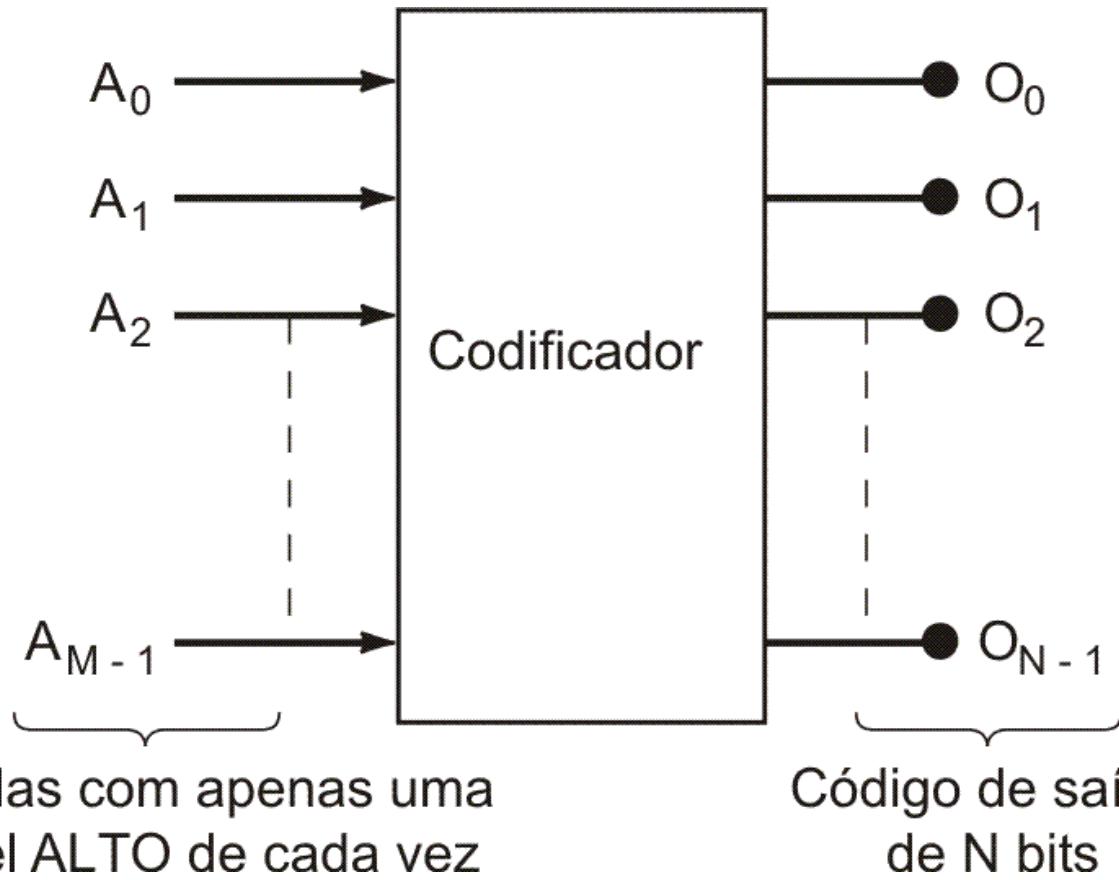
- **Codificador:**

- Circuito digital que faz a conversão de um número (ou um código qualquer) para um código binário;
- Geralmente recebe um dado de entrada onde somente um bit é ativado por vez, e tem como saída um código binário de N bits;

1. Diagrama geral de um DECODIFICADOR



2. Diagrama geral de um CODIFICADOR



CODIFICADORES

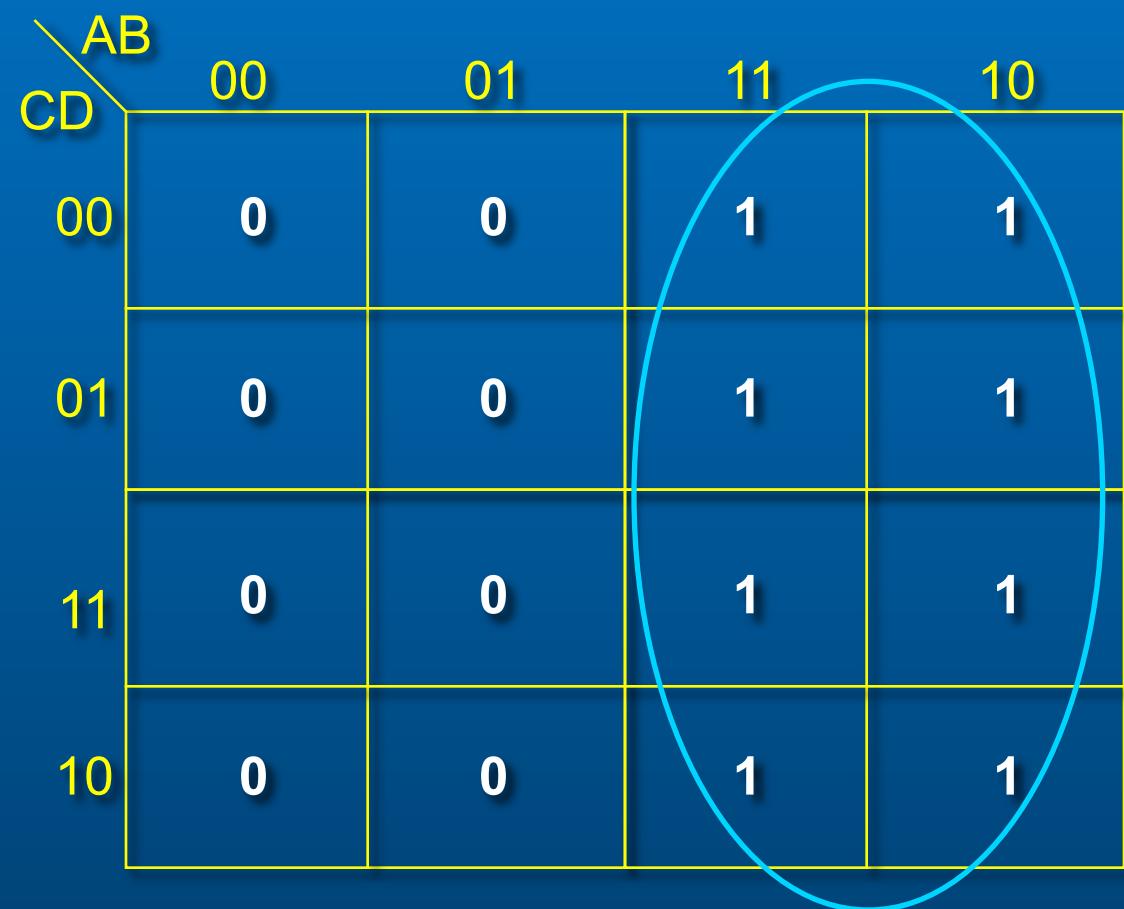
1. Gray → Binário

Decimal	ABCD	S ₃ S ₂ S ₁ S ₀
0	0000	0 0 0 0
1	0001	0 0 0 1
2	0011	0 0 1 0
3	0010	0 0 1 1
4	0110	0 1 0 0
5	0111	0 1 0 1
6	0101	0 1 1 0
7	0100	0 1 1 1
8	1100	1 0 0 0
9	1101	1 0 0 1
10	1111	1 0 1 0
11	1110	1 0 1 1
12	1010	1 1 0 0
13	1011	1 1 0 1
14	1001	1 1 1 0
15	1000	1 1 1 1

Gray → Binário

$S_3 = A$

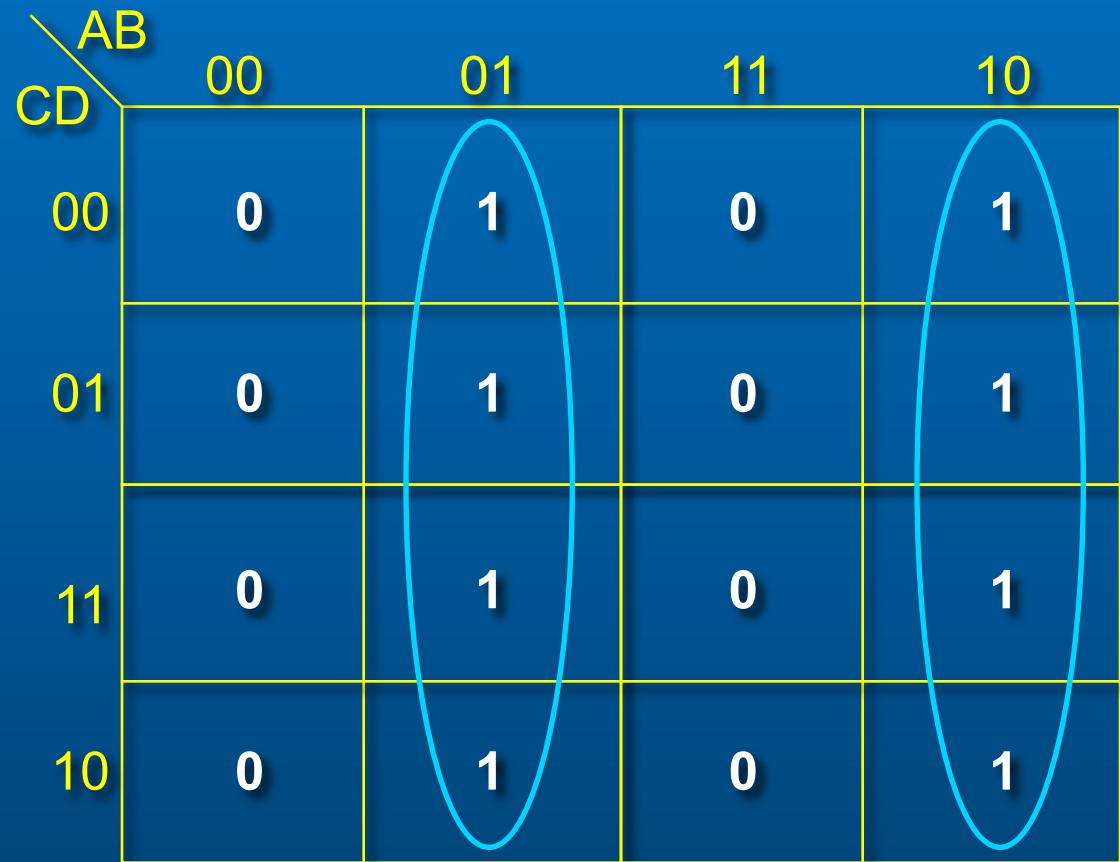
ABCD	S_3
0000	0
0001	0
0011	0
0010	0
0110	0
0111	0
0101	0
0100	0
1100	1
1101	1
1111	1
1110	1
1010	1
1011	1
1001	1
1000	1



Gray → Binário

$$S_2 = \overline{A}B + A\overline{B} = A \oplus B$$

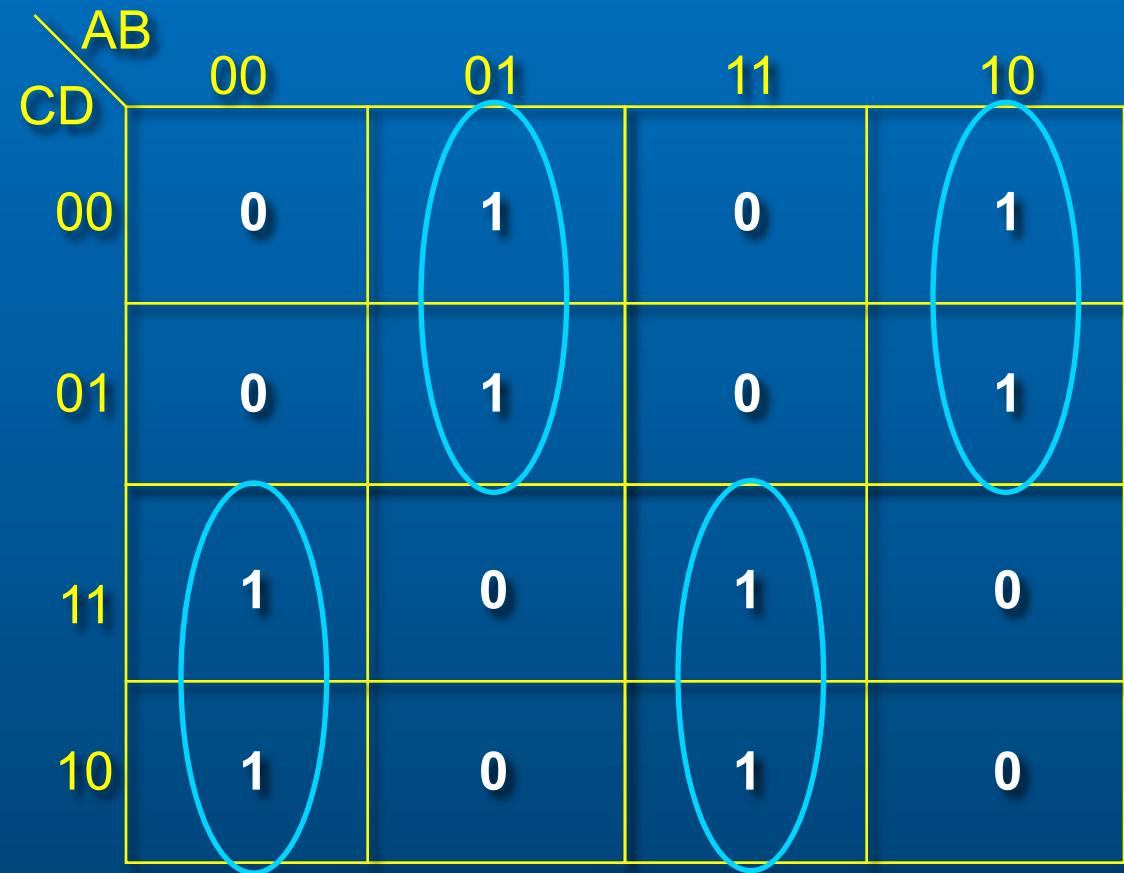
ABCD	S_2
0000	0
0001	0
0011	0
0010	0
0110	1
0111	1
0101	1
0100	1
1100	0
1101	0
1111	0
1110	0
1010	1
1011	1
1001	1
1000	1



Gray → Binário

$$S_1 = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + ABC + A\overline{B}\overline{C} = A \oplus B \oplus C$$

ABCD	S_{1_1}
0000	0
0001	0
0011	1
0010	1
0110	0
0111	0
0101	1
0100	1
1100	0
1101	0
1111	1
1110	1
1010	0
1011	0
1001	1
1000	1



Gray → Binário

$$S_0 = A \oplus B \oplus C \oplus D$$

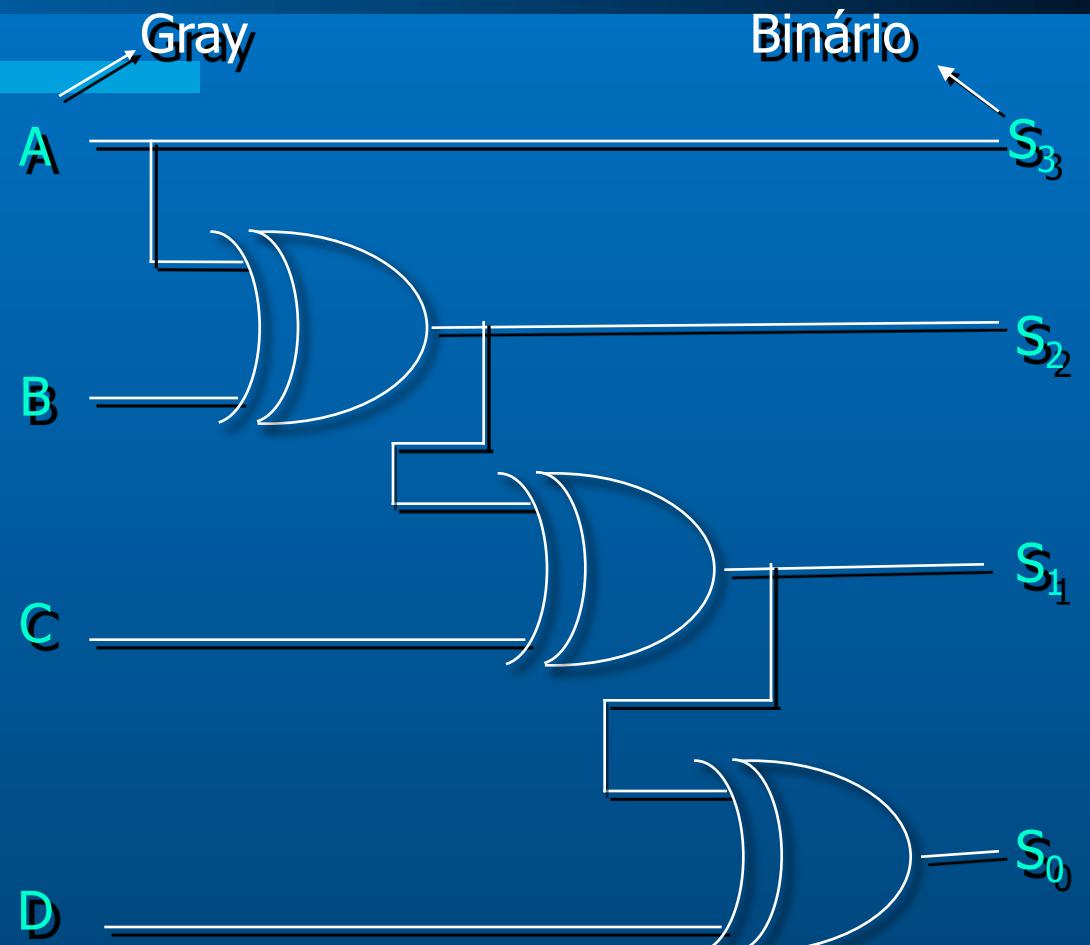
ABCD	S_2
0000	0
0001	1
0011	0
0010	1
0110	0
0111	1
0101	0
0100	1
1100	0
1101	1
1111	0
1110	1
1010	0
1011	1
1001	0
1000	1

AB CD	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	1	0	1	0
11	0	1	0	1
10	1	0	1	0

CODIFICADORES

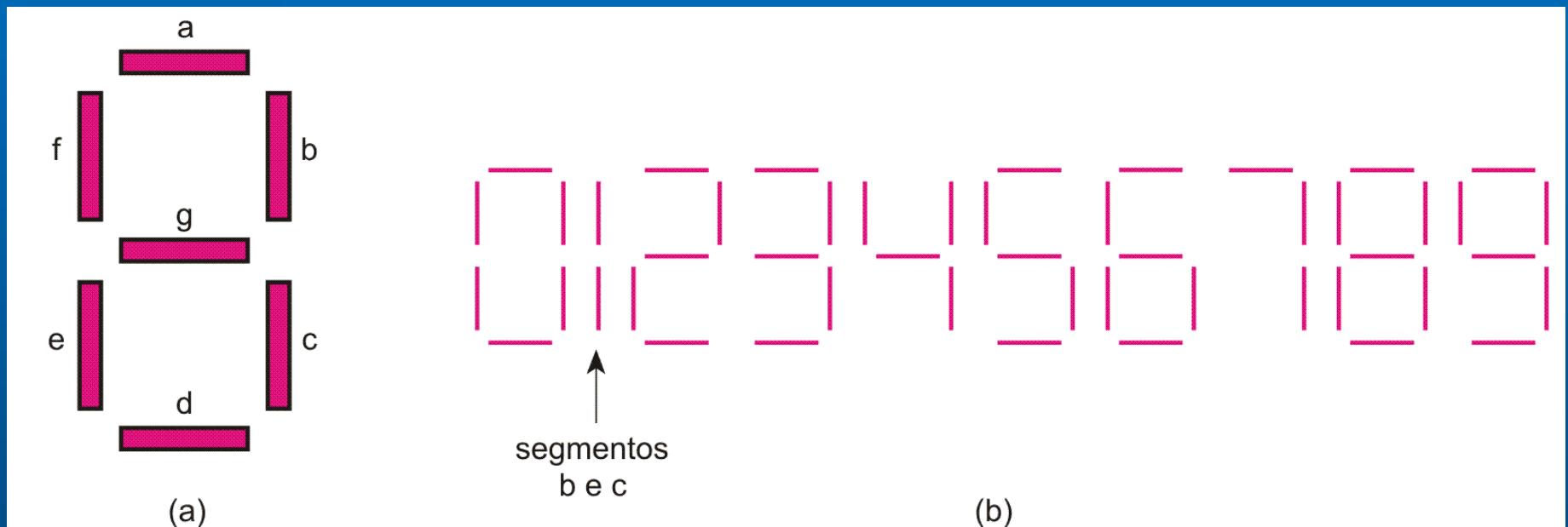
1. Gray → Binário

ABCD	$S_3 S_2 S_1 S_0$
0000	0 0 0 0
0001	0 0 0 1
0011	0 0 1 0
0010	0 0 1 1
0110	0 1 0 0
0111	0 1 0 1
0101	0 1 1 0
0100	0 1 1 1
1100	1 0 0 0
1101	1 0 0 1
1111	1 0 1 0
1110	1 0 1 1
1010	1 1 0 0
1011	1 1 0 1
1001	1 1 1 0
1000	1 1 1 1

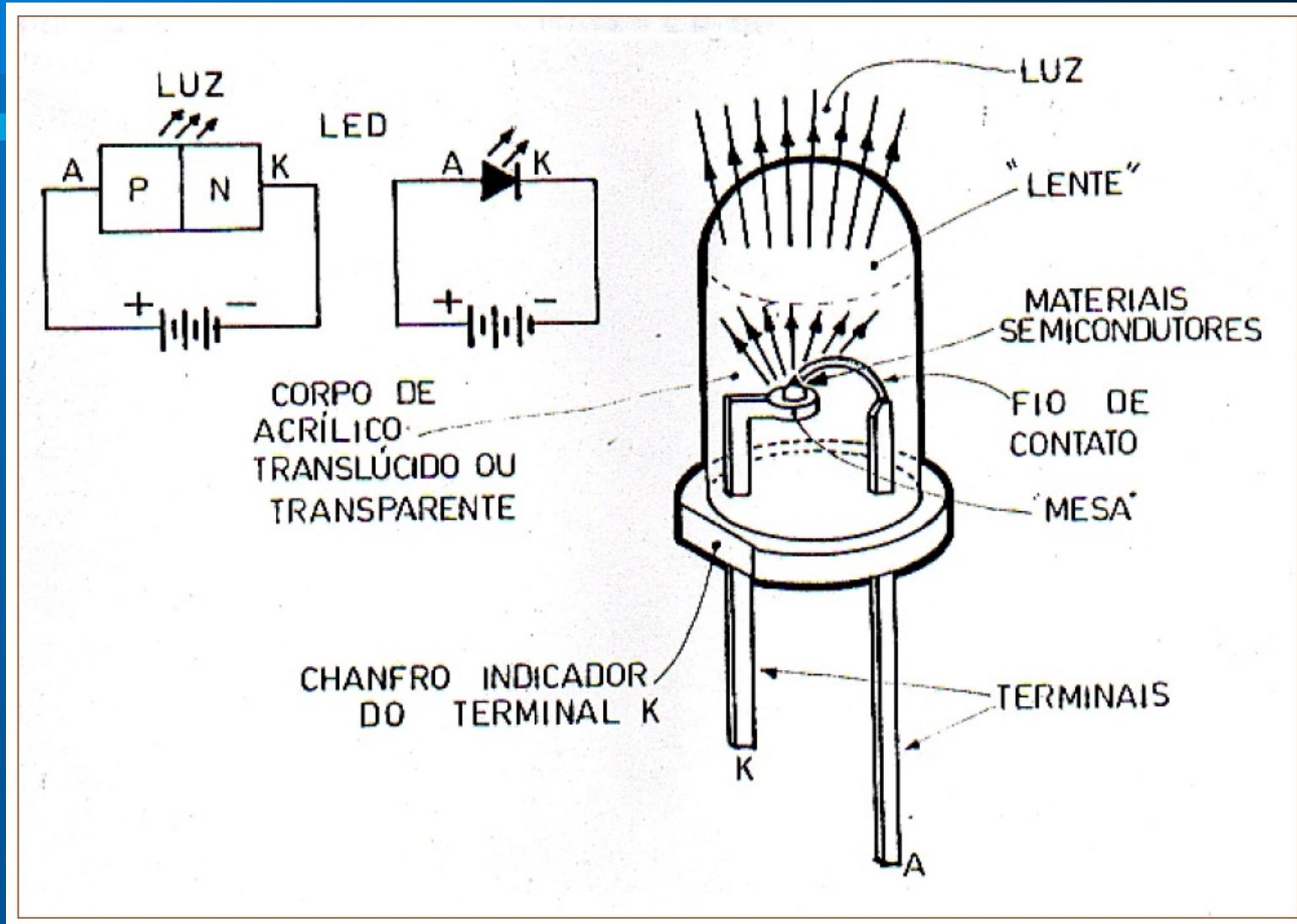


DECODIFICADORES

2. BCD → Display de 7 segmentos



LED



Display de 7 Segmentos

- Conjunto de 7 LEDs conectados

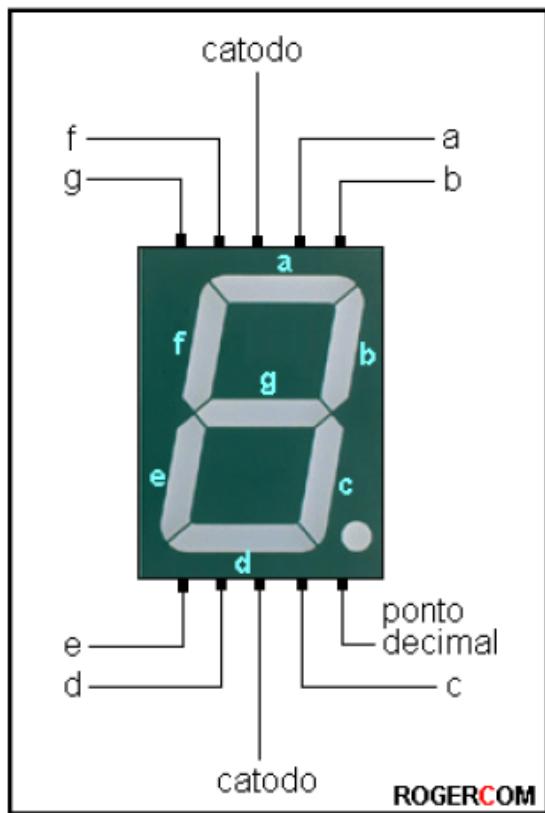


Fig.1 – Display de 7 segmentos

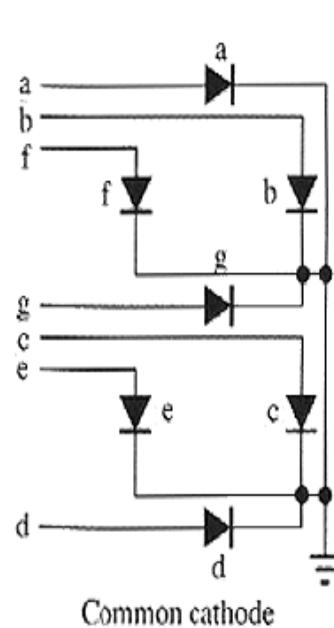
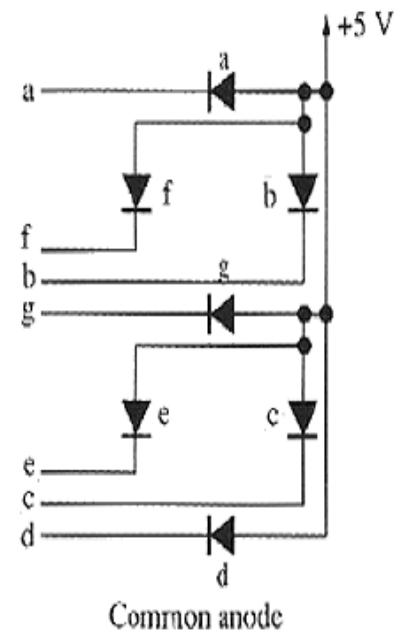
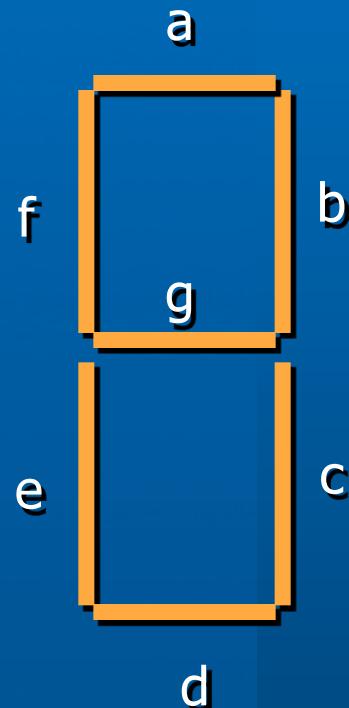


Fig.2 – Display de catodo comum e anodo comum



Display de 7 Segmentos

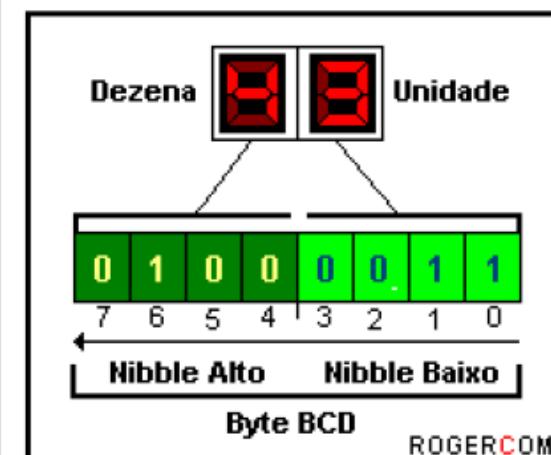
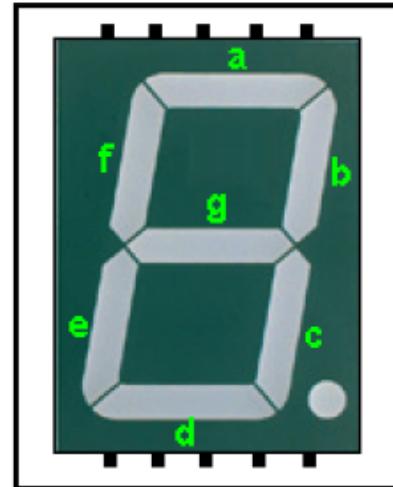


DISPLAY A LED:

- **catodo comum** (catodos de todos os LEDs aterrados) → acende com nível lógico 1
- **anodo comum** (anodos de todos os LEDs ligados em Vcc) → acende com nível lógico 0

Tabela 1 - Informações e codificação do display

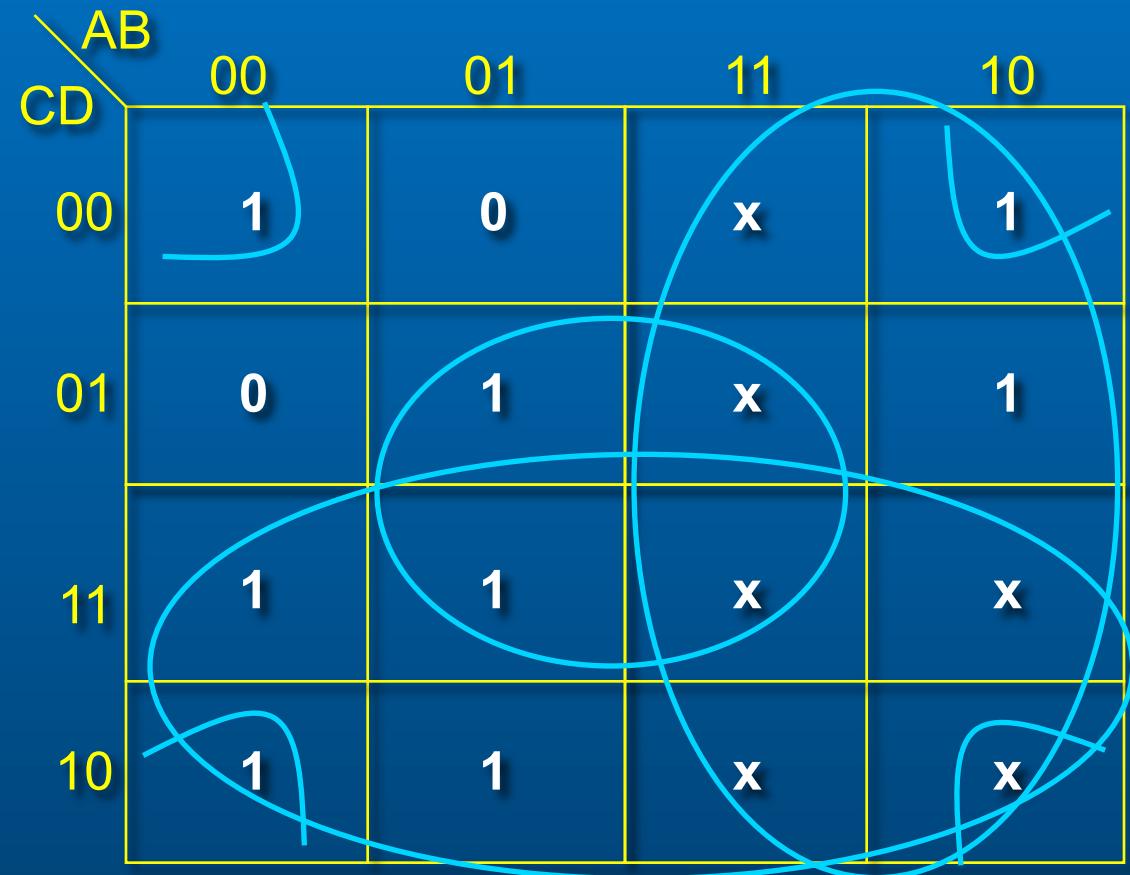
entradas BCD				segmentos de saída							DISPLAY
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	9



BCD → Display de 7 segmentos

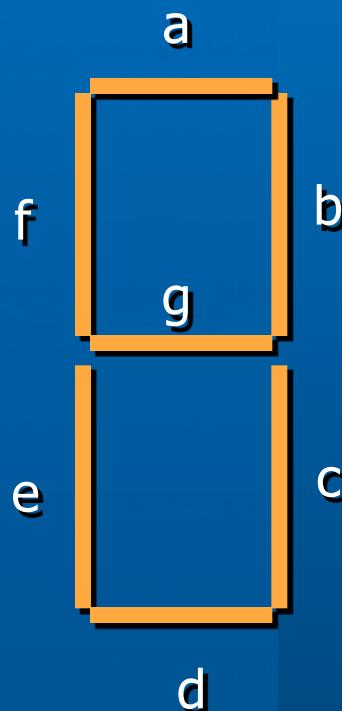
$$a = A + C + \overline{B} \overline{D} + BD = A + C + \overline{B} \oplus D$$

ABCD	a
0000	1
0001	0
0010	1
0011	1
0100	0
0101	1
0110	1
0111	1
1000	1
1001	1
1010	x
1011	x
1100	x
1101	x
1110	x
1111	x



DECODIFICADORES

2. BCD → Display de 7 segmentos



$$(a) = A + C + BD + \overline{BD} = A + C + \overline{B} \oplus D$$

$$(b) = \overline{B} + \overline{CD} + CD = \overline{B} + \overline{C} \oplus D$$

$$(c) = B + \overline{C} + D$$

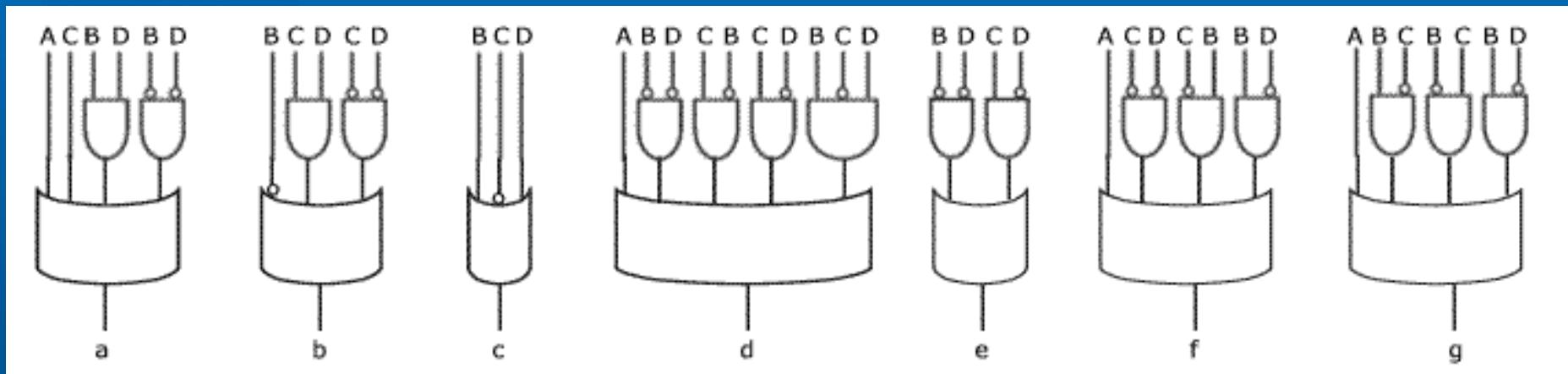
$$(d) = A + \overline{BD} + \overline{BC} + \overline{CD} + B\overline{CD}$$

$$(e) = \overline{BD} + \overline{CD}$$

$$(f) = A + \overline{CD} + B\overline{C} + B\overline{D}$$

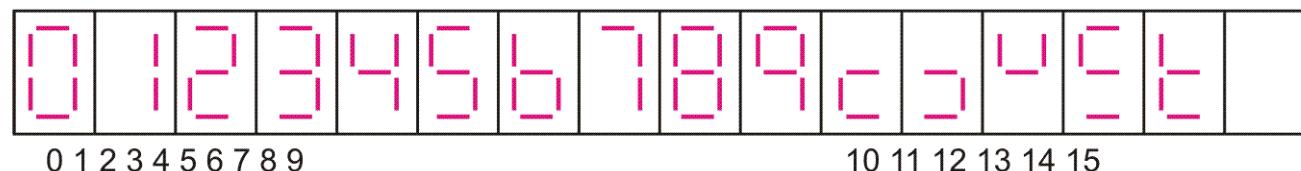
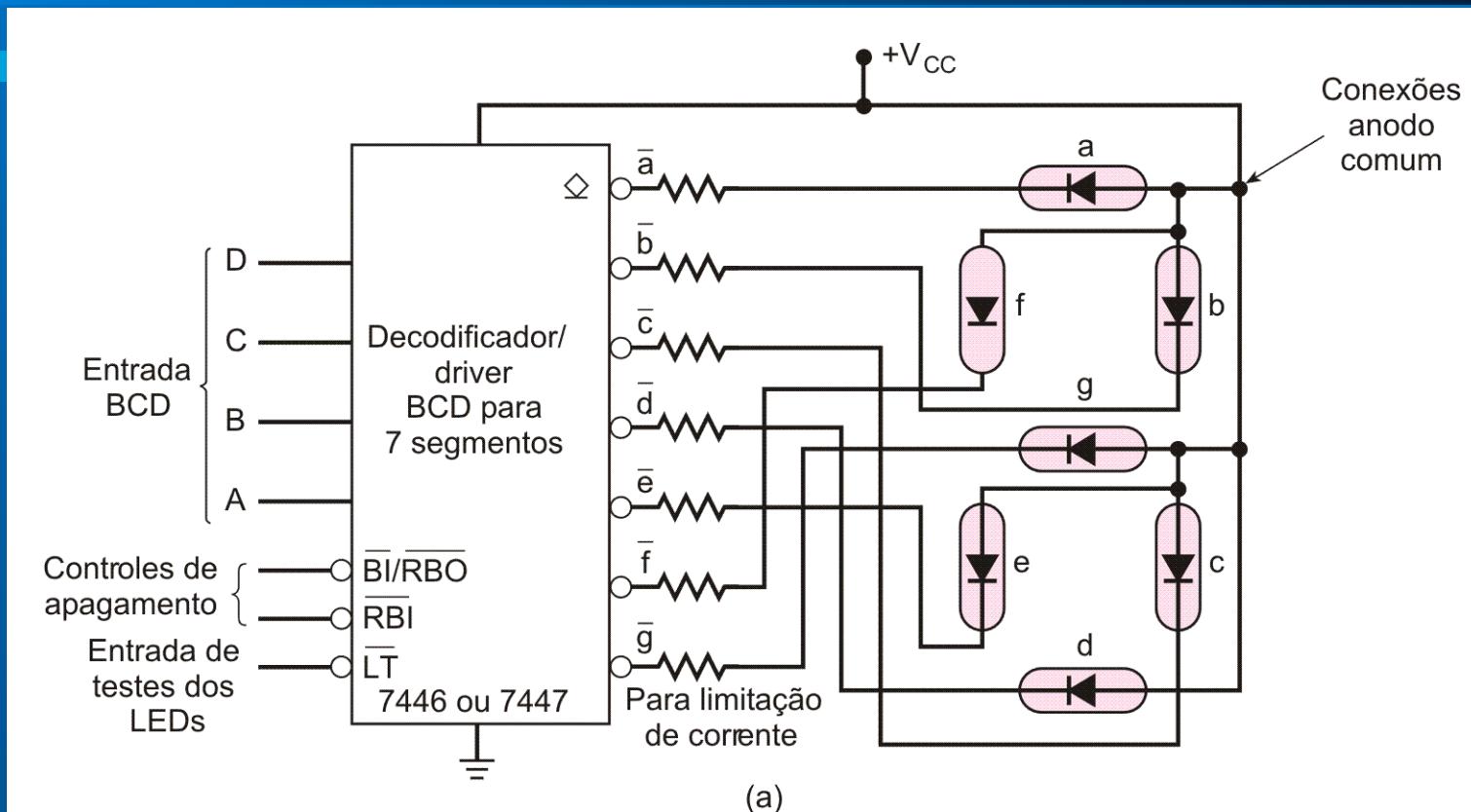
$$(g) = A + B\overline{C} + \overline{BC} + C\overline{D}$$

● Circuito Lógico



Decodificador BCD → Display de 7 segmentos

• CI Comercial – 7446



(b)

DECODIFICADORES

3. Binário → Decimal (Gerador de Produtos Canônicos)

- Circuito que tem apenas uma saída ativa (alta ou baixa), de acordo com o produto fundamental correspondente colocado na entrada

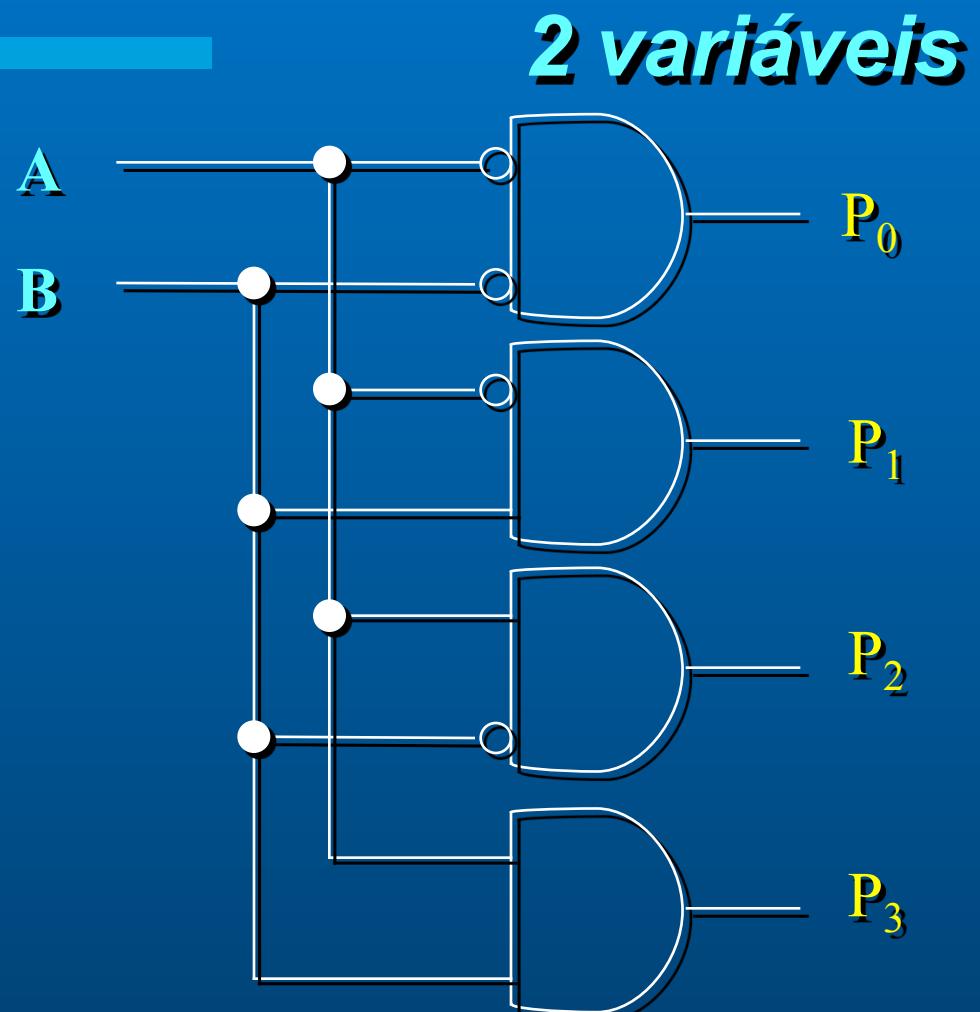
A	B	Produto Fundamental
0	0	$\overline{A} \overline{B}$
0	1	$\overline{A} B$
1	0	$A \overline{B}$
1	1	$A B$

DECODIFICADORES

3. Binário → Decimal (Gerador de Produtos Canônicos)

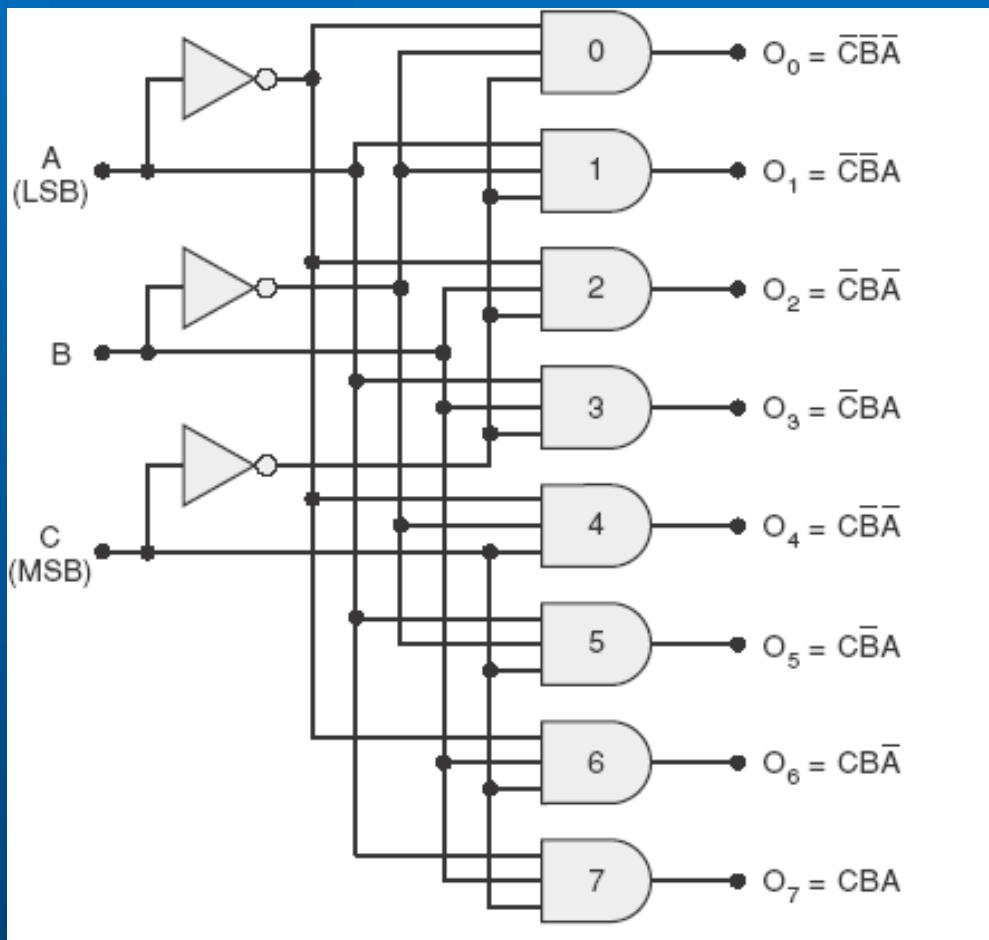
Entrada	Entrada	Saída
$\overline{A}\overline{B}$	0 0	P_0
$\overline{A}B$	0 1	P_1
$A\overline{B}$	1 0	P_2
AB	1 1	P_3

- Não há combinação de entrada que ative mais de uma saída ao mesmo tempo!



DECODIFICADORES

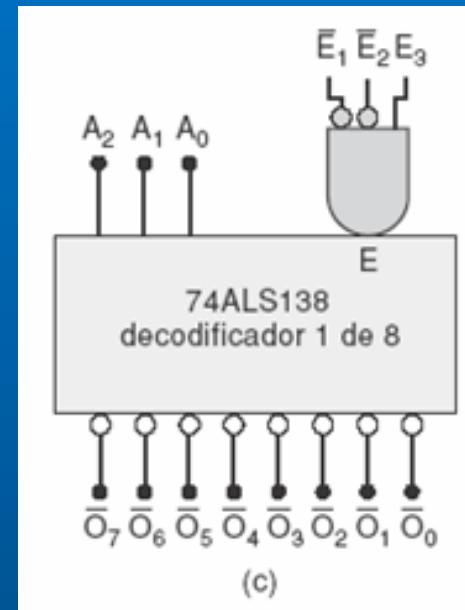
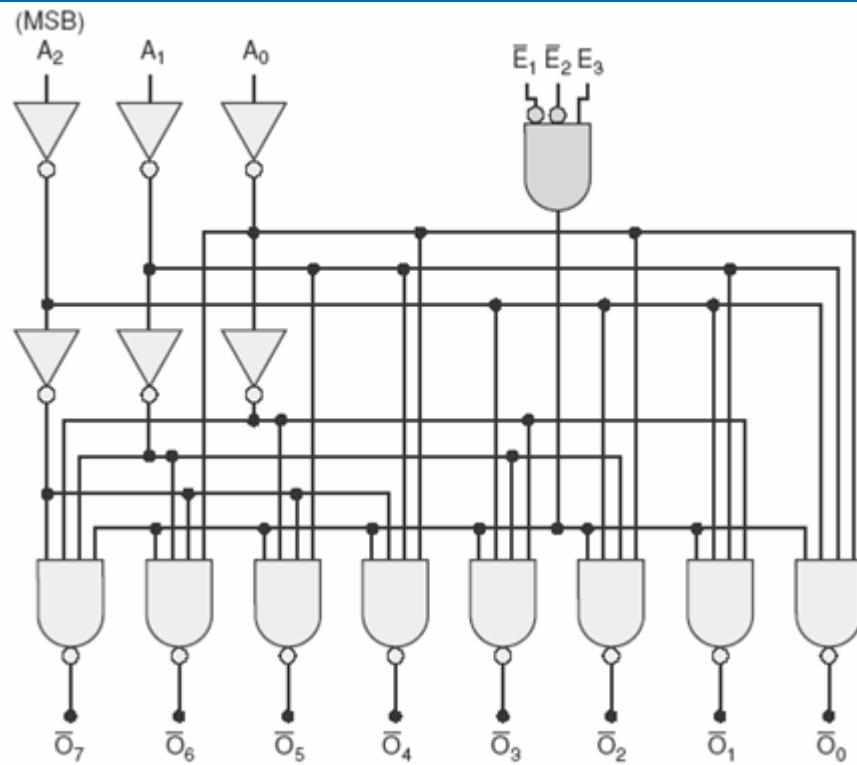
3. Binário → Decimal (Gerador de Produtos Canônicos)



C	B	A	O ₇	O ₆	O ₅	O ₄	O ₃	O ₂	O ₁	O ₀
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

DECODIFICADORES

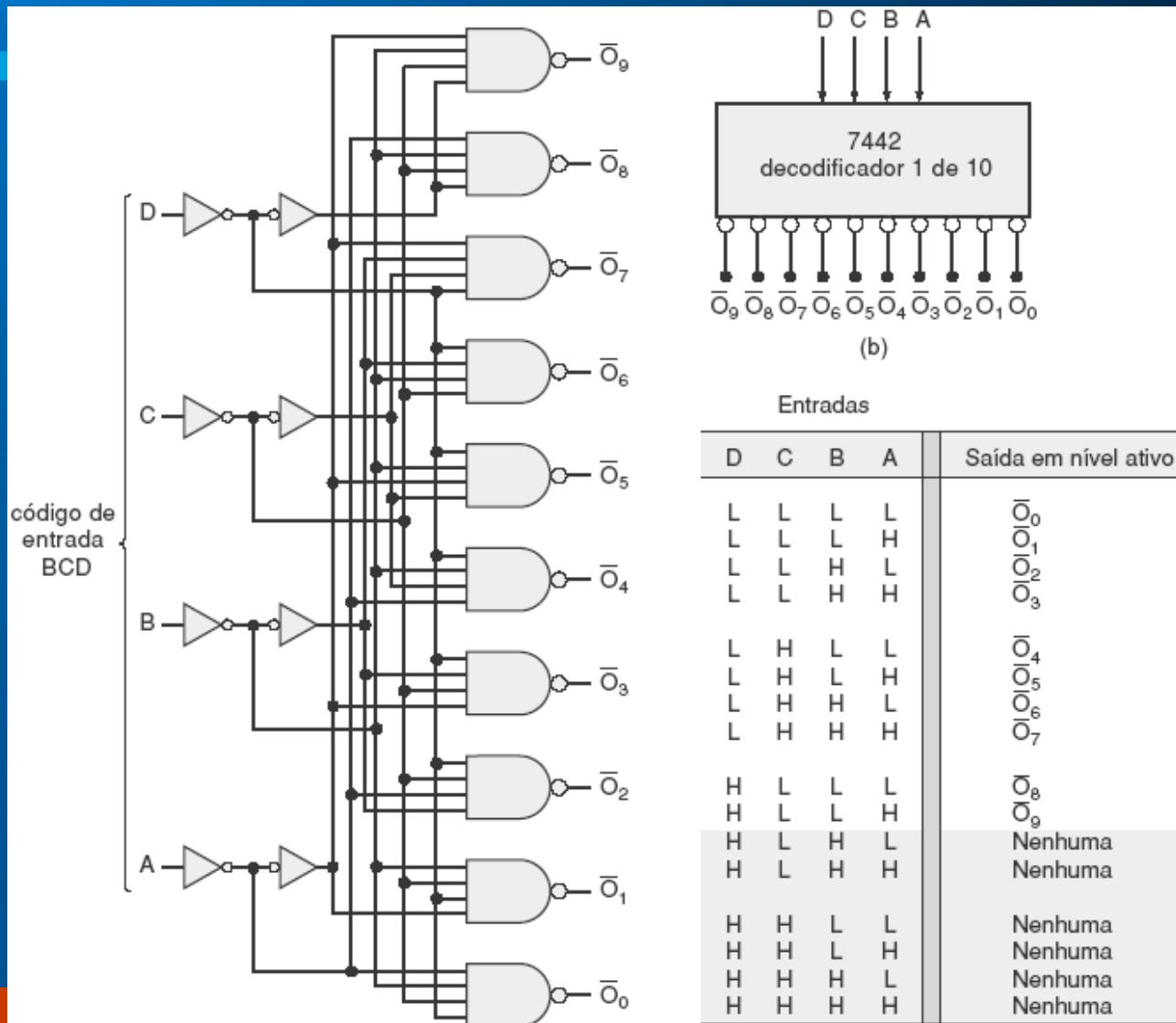
3. Comercial 74138 (Binário → Decimal)



\bar{E}_1	\bar{E}_2	\bar{E}_3	Saidas
0	0	1	Responde a código de entrada $A_2 A_1 A_0$
1	X	X	Desabilitada – todas em nível ALTO
X	1	X	Desabilitada – todas em nível ALTO
X	X	0	Desabilitada – todas em nível ALTO

DECODIFICADORES

4. BCD → Decimal



CODIFICADORES

5. Octal → Binário

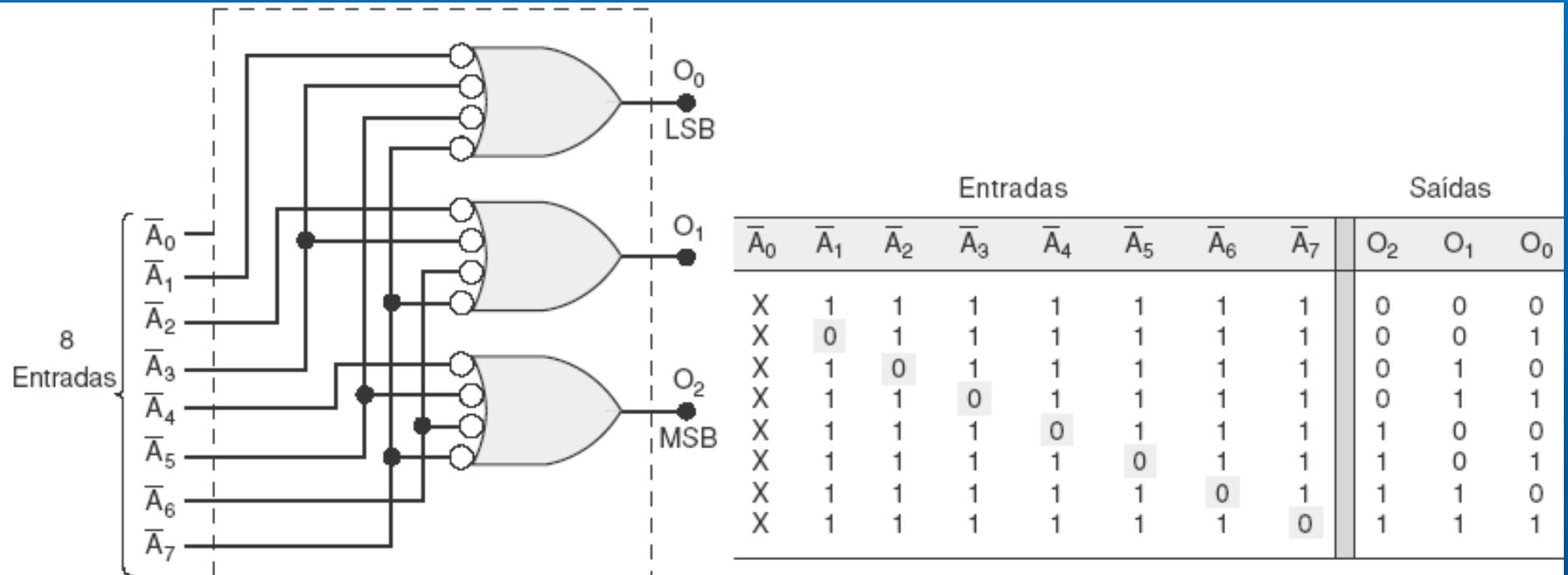


FIGURA 9.13

Circuito lógico para um codificador octal para binário (8 linhas para 3 linhas). Para uma operação adequada, apenas uma entrada deve ser ativada de cada vez.

EXEMPLOS

- **Decodificador:**

- Binário → Gray (4 x 4);
- Binário → Decimal (4 x 10);
- BCD → Display de 7 segmentos (4x7);
- Decodificador 3x8, 4x16, 5x32, etc.

- **Codificador:**

- Gray → Binário (4 x 4);
- Octal → Binário (8 x 3);
- Decimal → BCD (10x4);
- Codificador 8x3, 16x4, 32x5, etc.

FIM